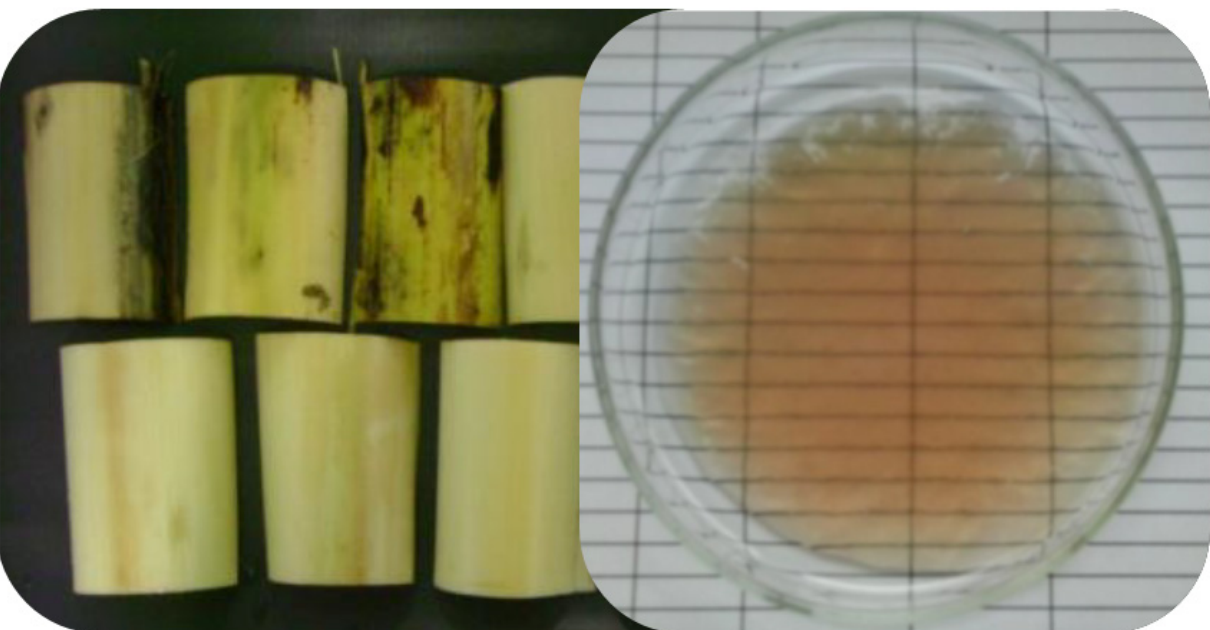


OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



COMUNICADO
TÉCNICO

270

Fortaleza, CE
Fevereiro, 2021



Processo de Obtenção de Nanocristais de Celulose a Partir do Pseudocaule de Bananeira

Morsyleide de Freitas Rosa
André Luís Sousa Pereira
João Paulo Saraiva Morais

Processo de Obtenção de Nanocristais de Celulose a Partir do Pseudocaule de Bananeira¹

¹ Morsyleide de Freitas Rosa, engenheira química, doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE; André Luís Sousa Pereira, engenheiro químico, doutor em Química pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE; João Paulo Saraiva Morais, farmacêutico, doutor em Ciências das Plantas e do Solo, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB

O Brasil é um dos cinco maiores produtores mundiais de banana no mundo, produzindo cerca de 7 milhões de toneladas em 2018 (FAO, 2020). As variedades mais exploradas no país, por uma demanda dos consumidores, são bananas do grupo Cavendish, como Grand-naine, nanicão e nanica, e dos grupos Prata, Maçã e da Terra (Lima et al., 2018). A bananeira da cultivar Pacovan é classificada como *Musa* AAB, do subgrupo Prata, e é principalmente cultivada no Nordeste do Brasil.

A bananeira não possui caule, mas uma haste aérea, o pseudocaule, que é um agregado cilíndrico composto por bases de caules de folhas das bainhas do pecíolo. Para cada quilo de banana em cacho colhido, é gerado aproximadamente outro quilo de biomassa do pseudocaule que fica na fazenda (Satyanarayana et al., 2007). Essa

biomassa é geralmente cortada para servir de adubo e cobertura para o solo do bananeiral, mas o manejo inadequado pode levar ao surgimento de pragas e animais nocivos, além de poder causar danos ao meio ambiente, como eutrofização de águas superficiais. O desenvolvimento de novas alternativas de aproveitamento amplia as opções de agregação de valor e contribui para reduzir os impactos ambientais negativos, como a eutrofização. Um exemplo dessas novas alternativas é o fracionamento da biomassa em vários produtos, em especial a celulose.

A celulose é o polímero natural mais abundante e o principal constituinte estruturante das fibras vegetais, conferindo estabilidade e resistência, além de ser biodegradável. A utilização da celulose na área de polímeros tem chamado a atenção pela vasta aplicabilidade, como,

por exemplo, compósitos e nanocompósitos. Nos compósitos, a celulose micro-nizada age como carga, diminuindo o custo e aumentando a biodegradabilidade de polímeros derivados do petróleo, com mínima ou nenhuma perda nas propriedades mecânicas. Nos nanocompósitos, as nanoestruturas de celulose, adicionadas em pequenas quantidades, exibem características excepcionais, tais como melhoria na resistência à tração e diminuição da permeabilidade ao vapor de água em filmes (Moon et al., 2011). Dentre essas nanoestruturas, destacam-se os nanocristais de celulose, que têm sido avaliados como material de reforço em matrizes poliméricas pelo seu potencial em melhorar as propriedades mecânicas, ópticas, dielétricas, dentre outras, dessas matrizes (Dufresne, 2017). O presente trabalho apresenta o processo de obtenção de nanocristais de celulose de pseudocaule da bananeira (PCB).

Obtenção dos nanocristais de PCB

O processo para obtenção de nanocristais de PCB foi baseado na literatura (Pereira et al., 2014; 2014b) e consistiu das etapas de pré-tratamento (branqueamento) da matéria-prima, hidrólise ácida e purificação.

O objetivo da etapa de branqueamento é remover conteúdos amorfos (lignina

e hemicelulose), favorecendo a acessibilidade do ácido e, consequentemente, a hidrólise das cadeias de celulose presentes nestas regiões. O isolamento dos nanocristais de celulose é facilitado pela cinética de hidrólise mais rápida apresentada pelas regiões amorfas da celulose em relação às regiões cristalinas (Dufresne, 2017).

Com base nos dados de Pereira et al. (2014a, 2014b), recomenda-se o uso da porção mais externa do PCB como matéria-prima, haja vista ser a porção com maior conteúdo celulósico. Para este Comunicado Técnico, a variedade utilizada foi a Pacovan (*Musa AAB*, subgrupo Prata), e o corte do pseudocaule foi realizado após a colheita do cacho. Um diagrama esquemático do processo está descrito na Figura 1.

Caracterização dos materiais

Os teores de umidade, cinzas e extrativos foram determinados seguindo-se os métodos TAPPI (TAPPI T 550 om-03 (2003), TAPPI T 413 om-93 (1993) e TAPPI T 204 om-97 (1997)). Os teores de hemicelulose e α -celulose foram determinados de acordo com a descrição dada por Yokoyama et al. (2002). A fim de se obter a lignina Klason, o método TAPPI T 222 om-22 (2002) foi adotado com modificações.

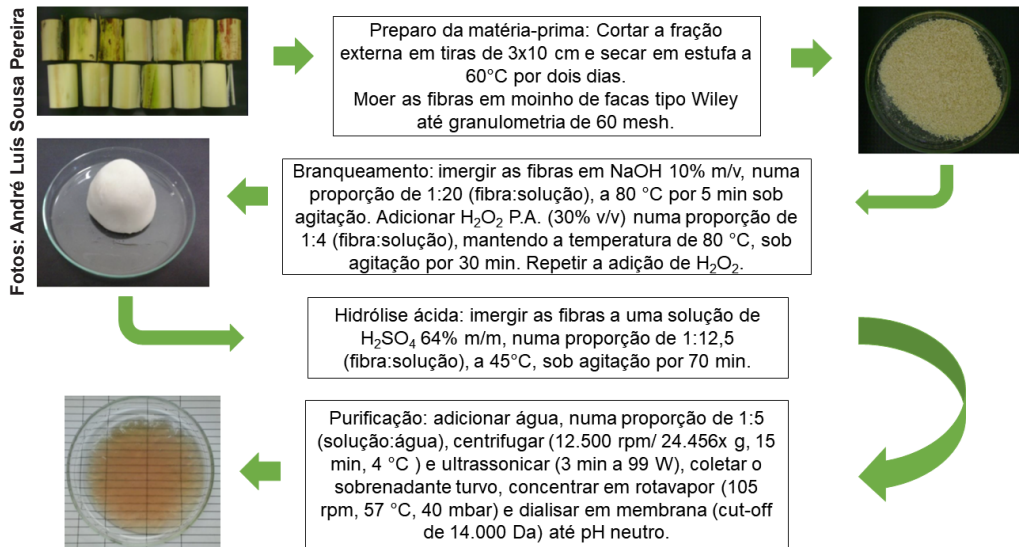


Figura 1. Esquema das etapas do processo de obtenção de nanocristais de celulose do PCB.

Os valores médios dos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química da fibra bruta do pseudocaule da bananeira.

Parâmetro	Conteúdo na fibra bruta (%)
α -celulose	22,9
Hemicelulose	11,3
Lignina	8,4
Cinzas	12,5
Extrativos	24,6

Os espectros de FTIR da fibra bruta e da nanocelulose foram obtidos usando-se método da literatura (Pereira et al., 2014) e estão apresentados na Figura 2.

Comparando-se os dois espectros, nota-se a diminuição da intensidade ou o desaparecimento de bandas relacionadas a materiais não celulósicos, quantificados na Tabela 1, indicando a eficiência da etapa de branqueamento na remoção de conteúdos amorfos.

As avaliações do potencial Zeta da suspensão estável de nanocelulose, de $-26,1 \pm 3,7$ mV, bem como da morfologia por microscopia eletrônica (MET), foram conduzidas de acordo com métodos baseados na literatura (Pereira et al., 2014). O potencial Zeta é uma média do valor da superfície de carga das partículas, em que o valor limite para que aconteça floculação ou coagulação das partículas na suspensão é de $\pm 15,0$ mV, e valores acima de $\pm 30,0$ mV

resultam em suspensões mais estáveis (Zhou et al., 2012). A Figura 3 apresenta uma micrografia típica da suspensão de nanocristais obtida. Percebe-se um aglomerado de partículas em forma de agulhas bem definidas. Foram medidas cerca de 30 partículas de comprimento (L) de $135,0 \pm 12$ nm e diâmetro (d) de $7,2 \pm 1,9$ nm, resultando em uma razão de aspecto (L/d) de $21,2 \pm 2,8$. Uma razão de aspecto elevada é importante porque quanto maior o valor da razão de aspecto, maior a interação na

interface fibra/matriz em um compósito, o que leva à melhoria das propriedades mecânicas (Kalia et al., 2011). O erro representa o intervalo de confiança de 95%. As dimensões têm valores próximos aos encontrados na literatura para outras fontes: curauá (L = 80-170 nm, d = 6-10 nm, L/d = 13-17 nm), línter da semente do algodão (L = 170-490 nm, d = 40-60 nm, L/d = 7) e linho (L = 100-500 nm, d = 10-30 nm, L/d = 15 nm) (Kalia et al., 2011).

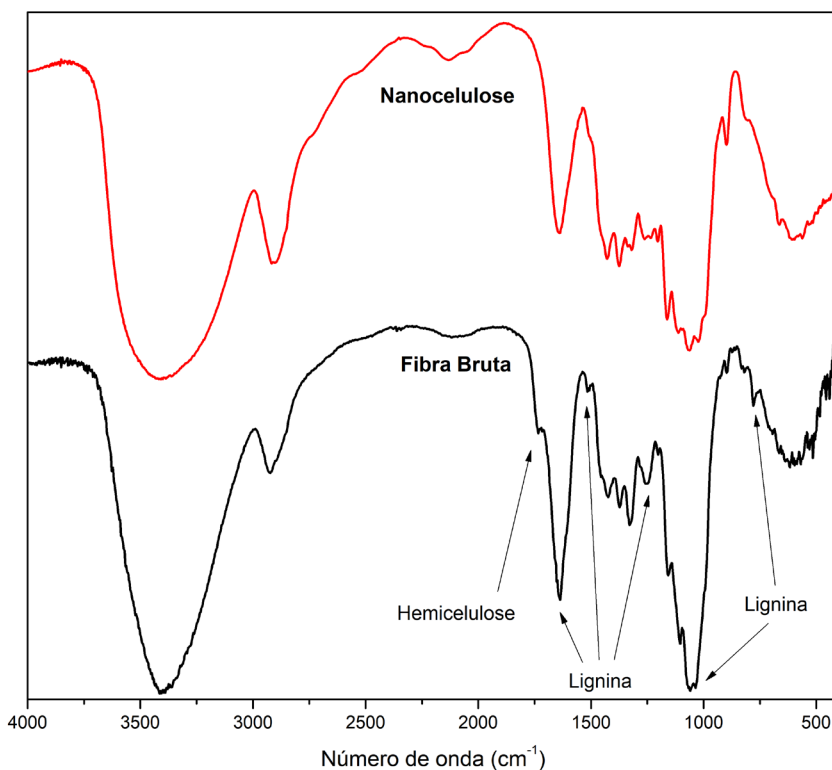


Figura 2. FTIR da fibra do pseudocaule de bananeira bruta e da nanocelulose.

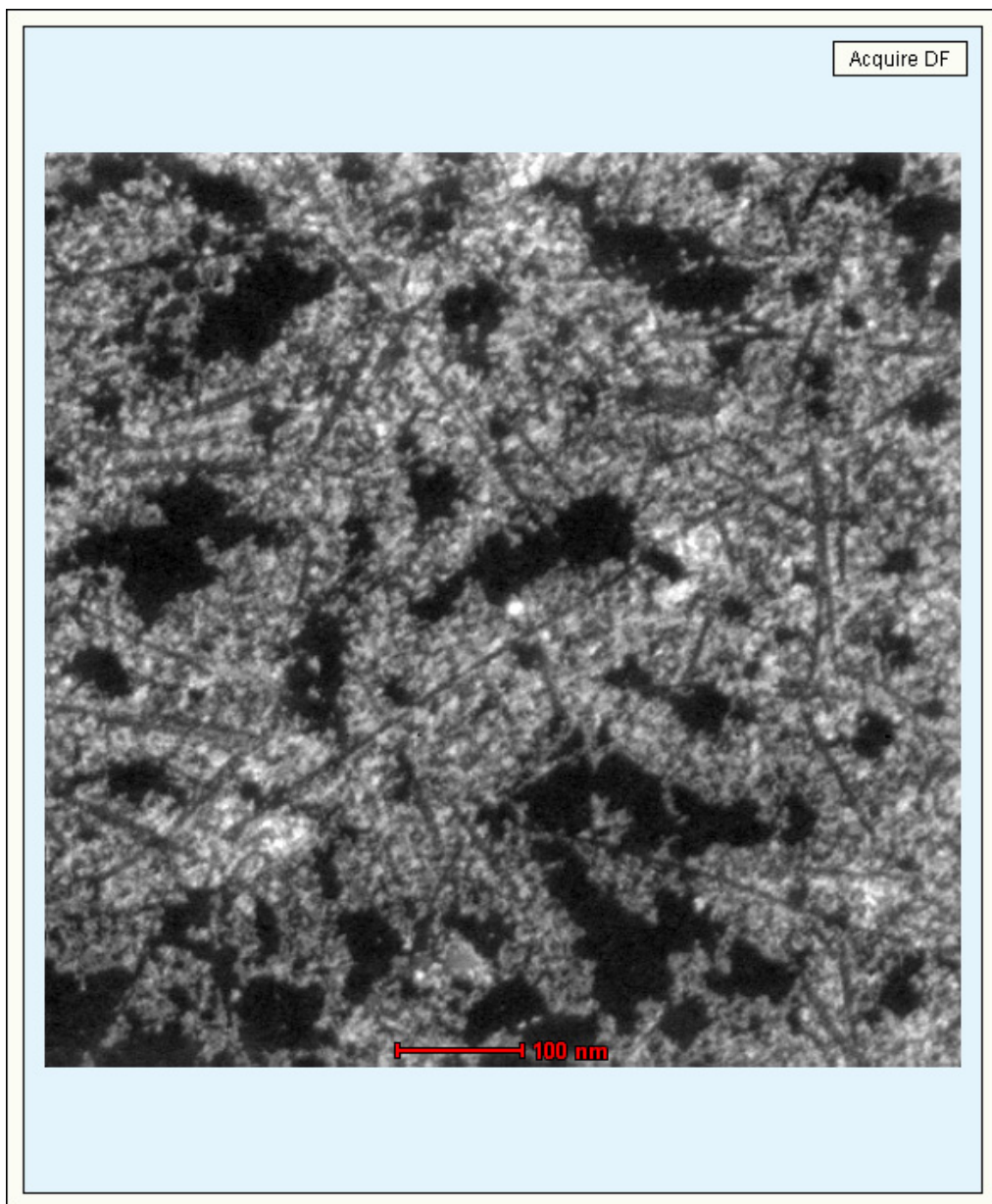


Figura 3. Micrografia da nanocelulose obtida por hidrólise da fibra branqueada do PCB.

O processo aqui relatado gera nanocristais de qualidade adequada. Dados da literatura mostram que a bananeira é uma boa fonte de celulose (Pereira et al., 2014a). Essa celulose, quando convertida para nanocristais, apresenta um rendimento que varia de 52% a 71%, dependendo do processo empregado e do tipo de nanocelulose gerada (Meng et al., 2019). Fatores genéticos, ambientais e de processamento podem alterar o rendimento observado.

Considerações finais

A hidrólise ácida da fibra branqueada de pseudocaule de bananeira, nas condições aqui definidas, é eficiente para obtenção de nanocristais de celulose. Os nanocristais obtidos a partir desse processo possuem características que conferem boa dispersibilidade em matriz de compósitos e uma maior interação superficial fibra/matriz, o que representa um potencial para aplicação destes em nanocompósitos.

Referências

- DUFRESNE, A. **Nanocellulose**: from nature to high performance tailored materials. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2017.
- FAO. **Faostat**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC>>. Acesso em: 09 jul. 2020.
- KALIA, S.; DUFRESNE, A.; CHERIAN, B. M.; KAITH, B. S.; AVÉROUS, L.; NJUGUNA, J.; NASSIOPOULOS, E. Cellulose-based bio- and nanocomposites: a review. **International Journal of Polymer Science**, Article 837875, 35 p. 2011. <<https://doi.org/10.1155/2011/837875>>.
- LIMA, E. C. S.; SANTOS, P. R. J.; KRAUSE, W.; GARBUGIO, E.; SANTI, A. Desempenho agrônomo de cultivares de bananas em dois ciclos produtivos em Tangará da Serra, MT. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 6, p. 497-506, 2018.
- MENG, F.; WANG, G.; DU, X.; WANG, Z.; XU, S.; ZHANG, Y. Extraction and characterization of cellulose nanofibers and nanocrystals from liquefied banana pseudo-stem residue. **Composites Part B**, v. 160, p. 341-347, 2019.
- MOON, R. J.; MARTINI, A.; NAIRN, J.; SIMONSEN, J.; YOUNGBLOOD, J. Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites. **Chemical Society Reviews**, v. 40, p. 3941-3994, 2011.
- PEREIRA, A. L. S.; NASCIMENTO, D. M.; SOUSA, M. S. M.; CASSALES, A. R.; MORAIS, J. P. S.; PAULA, R. C. M.; ROSA, M. F.; FEITOSA, J. P. A. Banana (*Musa* sp. cv. Pacovan) Pseudostem Fibers are Composed of Varying Lignocellulosic Composition throughout the Diameter. **BioResources**, v. 9, p. 7749-7763, 2014a.
- PEREIRA, A. L. S.; NASCIMENTO, D. M.; FILHO, M. M. S.; MORAIS, J. P. S.; VASCONCELOS, N. F.; FEITOSA, J. P. A.; BRÍGIDA, A. I. S.; ROSA, M. F. Improvement of polyvinyl alcohol properties by adding nanocrystalline cellulose isolated from banana pseudostems, **Carbohydrate Polymers**,

v. 112, p. 165-172, 2014b, <<http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.05.090>>.

SATYANARAYANA, K. G.; GUIMARÃES, J. L.; WYPYCH, F. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications. **Composites Part A**, v. 38, p. 1694-1709, 2007.

TAPPI. T204 cm-97. **Solvent extractives of wood and pulp**. TAPPI Press, Atlanta, GA, 4 p. 1997.

TAPPI T222 om-02. **"Acid-insoluble lignin in wood and pulp"**, TAPPI Press, Atlanta, GA, 2002.

TAPPI. T 550 om-03. **"Determination of equilibrium moisture in pulp, paper and**

paperboard for chemical analysis", TAPPI Press, Atlanta, GA, 2003.

TAPPI T413 om-93. **"Ash in wood, pulp, paper and paperboard: Combustion at 900°"**, TAPPI Press, Atlanta, GA, 1993.

YOKOYAMA, T.; KADLA, K. F.; CHANG, H. M. Microanalytical method for the characterization of fiber components and morphology of woody plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 1040-1044, 2002.

ZHOU, Y. M.; FU, S. Y.; ZHENG, L. M.; ZHAN, H. Y. Effect of nanocellulose isolation techniques on the formation of reinforced poly (vinyl alcohol) nanocomposite films. **Express Polymer Letters**, v. 6, p. 794-804, 2012.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Pici
60511-110, Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109 / 3391-7195
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
(2021): on-line



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente

Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Secretária-executiva

Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa

Eveline de Castro Menezes

Membros

Marlos Alves Bezerra, Ana Cristina Portugal

Pinto de Carvalho, Deborah dos Santos Garruti,

Dheyne Silva Melo, Ana Iraidy Santa Brígida,

Eliana Sousa Ximenes, Nivia da Silva Dias

Revisão de texto

José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica

Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

José Cesamildo Cruz Magalhães

Fotos da capa

André Luís Sousa Pereira